

ко применяются в системах пространственной фильтрации излучения, обычно представляющих собой комбинацию Л. с установленными в их фокальных плоскостях диафрагмами, растрами, и в устройствах для измерения угл. расходимости излучения.

Л. обладают всеми aberrациями, присущими центриров. оптич. системам (см. *Аберрации оптических систем*). Проблема aberrаций особенно важна при использовании широкополосных и обладающих большими угл. апертурами световых пучков обычных (некогерентных) источников. Сферич. и хроматич. aberrации, а также кома могут быть в значит. степени исправлены путём комбинирования двух Л. разл. формы и из материалов с разл. дисперсией. Такие двухлинзовые системы широко используются в качестве объективов для зрительных труб и т. п. Иногда сферич. aberrации уничтожаются с помощью Л. с асферической, в частности параболической, формой поверхности.

Для коррекции разл. дефектов глаза применяются Л. не только со сферическими, но также с цилиндрич. и торич. поверхностями. Цилиндрич. Л. сравнительно часто используются в тех случаях, когда изображение точечного источника должно быть «растянуто» в плоскую или линию (напр., в спектральных приборах).

Лит.: Борн М., Вольф Э., Основы оптики, пер. с англ., 2 изд., М., 1973; Гудмен Дж., Введение в Фурье-оптику, пер. с англ., М., 1970. Ю. А. Афанасьев.

**ЛИНЗА АКУСТИЧЕСКАЯ** — устройство, осуществляющее фокусировку звука посредством изменения длины пути, проходимого в нём акустич. волной, и преломления звука на его граничных поверхностях. Подобно оптич. линзам Л. а. ограничены двумя рабочими поверхностями и выполняются из материала, скорость звука в к-ром  $c_2$  отлична от скорости звука в окружающей среде  $c_1$ . Они могут быть изготовлены из твёрдых веществ, жидкостей или газов; в последних двух случаях жидкость или газ заключают в оболочку, к-рая должна быть достаточно тонкой, чтобы обеспечить макс. прохождение энергии и незначит. отклонение лучей при преломлении. Л. а. бывают плоско-выпуклыми, плоско-вогнутыми, двояковыпуклыми, двояковогнутыми и выпукло-вогнутыми. Л. а., образующие сходящиеся волновые фронты, наз. с о б и р а ю щ и м и, или фокусирующими, а расходящиеся — р а с с е

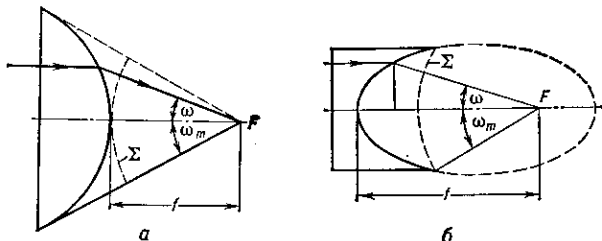


Рис. 1. Собирающие акустические линзы: а — замедляющая; б — ускоряющая;  $\Sigma$  — сходящийся волновой фронт;  $f$  — фокусное расстояние;  $\omega_m$  — угол раскрытия фронта;  $\omega$  — текущий угол;  $F$  — фокус.

и в а ю щ и м и. В зависимости от значения показателя преломления для звуковых волн  $n=c_1/c_2$  Л. а. наз. замедляющими при  $n > 1$  и ускоряющими при  $n < 1$ . При выборе материала для Л. а. стремятся к тому, чтобы его волновое сопротивление минимально отличалось от волнового сопротивления окружающей среды, а также — чтобы коэф. поглощения звука  $\alpha$  в материале линзы на рабочей частоте был мал.

Плоско-эллиптическая ускоряющая (рис. 1, б) и плоско-гиперболическая замедляющая (рис. 1, а) Л. а. применяются для концентрации энергии плоской волны, распространяющейся в направлении акустич. оси. Для получения звуковых изображений, напр. в систе-

мах звуковидения с целью уменьшения aberrации, применяют Л. а. со сферич. преломляющей поверхностью. Ускоряющие Л. а. дают меньше сферич. aberrации, чем замедляющие. Плоско-гиперболическая ускоряющая и плоско-эллиптическая замедляющая Л. а. являются рассеивающими. Такие Л. а. употребляются для создания равномерных УЗ-полей в большей части пространства при использовании излучателей малых размеров.

Осн. параметр Л. а. — фокусное расстояние  $f$ . Для плоско-сферич. Л. а. в случае параксиального пучка лучей  $f = \pm R_{кр}/(1-n)$ , где  $R_{кр}$  — радиус кривизны преломляющей поверхности. Для собирающей Л. а. коэф. усиления звукового давления  $K$  существенно зависит от коэф. поглощения  $\alpha$  УЗ-волн в материале Л. а., напр. для Л. а. со сферич. преломляющей поверхностью

$$K = K_0 (1 - e^{-\alpha l}) / \alpha l,$$

где  $l$  — толщина Л. а.,  $K_0$  — коэф. усиления той же Л. а. в отсутствие потерь.

Фокусирующие Л. а. могут создаваться путём плавного непрерывного изменения  $n$  материала — т. н. неоднородные Л. а. К ним относятся сферич. или цилиндрич. линзы Люнеберга (рис. 2) радиуса  $a$ , для к-рой  $n(r) = \sqrt{2 - (r/a)^2}$  ( $r$  — расстояние от центра или оси). Осн. свойство такой Л. а. состоит в том, что плоская волна, падающая на неё по любому направлению, собирается в фокусе на её поверхности.

Коэф. прохождения звуковой волны через обычную Л. а. с плавным изменением профиля (рис. 1) зависит от её толщины  $l$ , достигая максимума при  $l = n\lambda/2$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ ) и минимума при  $l = (2n-1)\lambda/4$ , где  $\lambda$  — длина УЗ-волны в материале линзы. Чтобы обеспечить максимум прохождения звуковой волны, делают т. н. зональные Л. а. ступенчатой формы с толщиной ступеней, равной  $n\lambda/2$  (рис. 3). Существуют волноводные Л. а., представляющие собой набор каналов, различающихся по акустич. длине пути на  $\lambda$ . В фокусе такой Л. а. происходит синфазное сложение волн, прошедших через каналы. Л. а. с переменным фокусным расстоянием представляют собой оболочку из податливого материала, напр. резины, заполненную жидкостью, с  $c_2 < c_1$ . Изменяя статич. давление жидкости внутри оболочки, можно менять её радиусы кривизны и тем самым — фокусное расстояние.

Лит.: Каневский И. Н., Фокусировка звуковых и ультразвуковых волн, М., 1977. И. Н. Каневский.

**ЛИНЗОВАЯ АНТЕННА** — антенное устройство, работающее по принципу оптич. линзы, т. е. осуществляющее преобразование формы фазового фронта электромагнитной волны. Как правило, размеры апертуры Л. а. значительно больше длины волны принимаемого или излучаемого поля, поэтому аналогия с оптич. линзами распространяется и на методы их расчёта (геом. и физ. оптика). Далее речь идёт об эл.-магн. Л. а. (некие их разновидности имеют аналоги в акустике и гидроакустике, возможны гравитац. Л. а.). Все пояснения

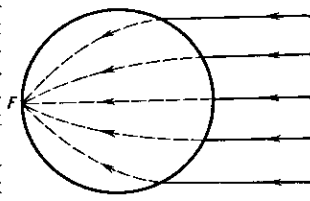


Рис. 2. Неоднородная линза Люнеберга.

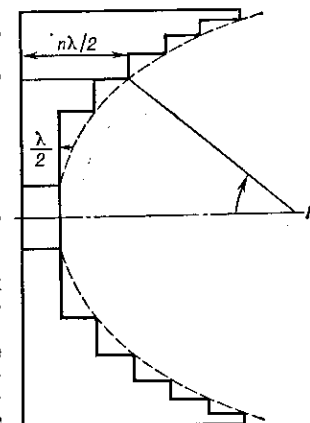


Рис. 3. Зональная линза.